

JP2000188695

Title:

**COLOR CONVERSION CORRESPONDENCE TABLE CONSTRUCTING
METHOD AND COLOR CONVERTER**

Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress the increase in conversion errors due to the difference in the characteristics of each area in color conversion between first color space and second color conversion by dividing the color space (first color space) of an input color image into plural areas, so as to obtain a conversion matrix parameter to the color space (second color space) of an output color picture by each divided areas of them. **SOLUTION:** A third color space dividing means 6 divides each divided areas of an inputted color space divided by a first color space dividing means 4 and divided by a second color space dividing means 5, into respectively independent areas by additionally cutting off a range of one of the values of brightness, saturation and hue which are the three color attributes. In addition, an overlapped area is set in the neighborhood of the boundary of each divided area. A parameter calculation means 7 extracts a pair of conversion data for each dividing area from a color conversion data base 2 and applies the method of least squares to calculate the conversion matrix parameter which is most proper statistically.

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-188695
(P2000-188695A)

(43)公開日 平成12年7月4日 (2000.7.4)

(51)Int.Cl.⁷
H 0 4 N 1/60
G 0 6 T 1/00
H 0 4 N 1/46

識別記号

F I
H 0 4 N 1/40
G 0 6 F 15/66
H 0 4 N 1/46テマコード*(参考)
D 5 B 0 5 7
3 1 0 5 C 0 7 7
Z 5 C 0 7 9

審査請求 未請求 請求項の数10 O.L. (全 13 頁)

(21)出願番号 特願平10-365489

(22)出願日 平成10年12月22日 (1998.12.22)

(71)出願人 000003078
株式会社東芝
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
(72)発明者 深上 隆博
神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社
東芝柳町工場内
(72)発明者 澤田 崇行
神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社
東芝柳町工場内
(74)代理人 100058479
弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 色変換対応テーブル構築方法および色変換装置

(57)【要約】

【課題】 変換誤差の小さい色変換対応テーブル (LUT) を構築できる色変換対応テーブル構築方法および色変換装置を提供する。

【解決手段】 第1の色空間から第2の色空間への色変換マトリクスを1種類に限定せず、前記第1の色空間を予め複数の領域に分割しておき、それら各領域についてそれぞれ最適な色変換マトリクスパラメータを求める。さらに、前記第1の色空間における前記各分割領域間に重複領域を設定し、その重複領域内のデータに関して、前記第2の色空間において変換先データの修正を行うことにより、変換誤差のより小さい色変換対応テーブルを構築する。

(色変換データベース)

番号	変換元画素値						変換先画素値			領域番号(1)			領域番号(2)			...
	Ri	Gi	Bi	Ro	Mo	Yo	第1	第2	第3	第1	第2	第3	第1	第2	第3	
1	0	0	0	255	255	255	1	1	1	-	-	-				
2																
⋮																

【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の色空間内における1つの格子点で表される表色情報を第2の色空間内における1つの格子点で表される表色情報に変換するために参照される色変換対応テーブルの構築方法であって、

前記第1の色空間を、その色空間を構成する各成分毎に、その成分値を1つ以上の任意指定の基準値で切り分けることにより、複数の領域に分割し、

それら分割領域毎にそれぞれ前記第1の色空間から前記第2の色空間への最適な変換マトリクスパラメータを求め、

その求められた変換マトリクスパラメータを用いて、前記個々の分割領域毎に前記第1の色空間と前記第2の色空間との格子点の対応付けを行う工程を具備することを特徴とする色変換対応テーブル構築方法。

【請求項2】 第1の色空間内における1つの格子点で表される表色情報を第2の色空間内における1つの格子点で表される表色情報に変換するために参照される色変換対応テーブルの構築方法であって、

前記第1の色空間を、色の3属性である明度・彩度・色相の何れかの尺度値の範囲を1つ以上の任意指定の基準値で切り分けることにより複数の領域に分割し、

各分割領域を、明度・彩度・色相の何れかの尺度値の範囲を1つ以上の任意指定の基準値で切り分けることにより、その各分割領域をそれぞれ独立に複数の領域に分割し、

上記段階的な分割により構成された各分割領域について前記第1の色空間から前記第2の色空間への最適な変換マトリクスパラメータを求め、

求められた変換マトリクスパラメータを用いて、前記第1の色空間と前記第2の色空間との格子点の対応付けを前記分割領域毎に行う工程を具備することを特徴とする色変換対応テーブル構築方法。

【請求項3】 第1の色空間内における1つの格子点で表される表色情報を第2の色空間内における1つの格子点で表される表色情報に変換するために参照される色変換対応テーブルの構築方法であって、

前記第1の色空間を、色の3属性である明度・彩度・色相の何れかの尺度値の範囲を1つ以上の任意指定の基準値で切り分けることにより複数の領域に分割し、

各分割領域を、明度・彩度・色相の中で前記尺度値とは異なる何れかの尺度値の範囲を1つ以上の任意指定の基準値で切り分けることにより、それぞれ独立に複数の領域に分割し、

各分割領域を、明度・彩度・色相の中で前記2つの尺度値とは異なる尺度値の範囲を1つ以上の任意指定の基準値で切り分けることにより、それぞれ独立に複数の領域に分割し、

上記段階的な分割により構成された各分割領域について前記第1の色空間から前記第2の色空間への最適な変換

マトリクスパラメータを求め、

求められた変換マトリクスパラメータを用いて、前記第1の色空間と前記第2の色空間との格子点の対応付けを前記分割領域毎に行う工程を具備することを特徴とする色変換対応テーブル構築方法。

【請求項4】 第1の色空間内における1つの格子点で表される表色情報を第2の色空間内における1つの格子点で表される表色情報に変換するために参照される色変換対応テーブルの構築方法であって、

前記第1の色空間を、色の3属性の1つである明度を2つの任意指定の基準値で切り分けることにより高明度領域・中間明度領域・低明度領域の3つの領域に分割し、前記中間明度領域を、彩度を任意指定の基準値で切り分けることにより有彩色領域と無彩色領域とに分割し、前記有彩色領域を、色相を1つ以上の任意指定の基準値で切り分けることにより複数の領域に分割し、

上記段階的な分割により構成された各分割領域について、前記第1の色空間から前記第2の色空間への最適な変換マトリクスパラメータを求め、

それら求められた変換マトリクスパラメータを用いて、前記第1の色空間と前記第2の色空間との格子点の対応付けを前記分割領域毎に行う工程を具備することを特徴とする色変換対応テーブル構築方法。

【請求項5】 第1の色空間内における1つの格子点で表される表色情報を第2の色空間内における1つの格子点で表される表色情報に変換するために参照される色変換対応テーブルの構築方法であって、

前記第1の色空間を、RGB表色系で表した場合の3つの表色値の最大値と最小値との差を1つ以上の任意指定の基準値で切り分けることにより複数の領域に分割し、それら分割領域毎に前記第1の色空間から前記第2の色空間への最適な変換マトリクスパラメータを求め、

それら求められた変換マトリクスパラメータを用いて、前記第1の色空間と前記第2の色空間との格子点の対応付けを前記分割領域毎に行う工程を具備することを特徴とする色変換対応テーブル構築方法。

【請求項6】 第1の色空間内における1つの格子点で表される表色情報を第2の色空間内における1つの格子点で表される表色情報に変換するために参照される色変換対応テーブルの構築方法であって、

前記第1の色空間を、RGB表色系で表した場合の3つの表色値の最大値が任意指定の第1の基準値より小さい場合をダーク部として、同じく3つの表色値の最小値が前記第1の基準値より大きな任意指定の第2の基準値よりも大きい場合をハイライト部として、それぞれ切り分けることにより3つの領域に分割し、

それら分割領域毎に前記第1の色空間から前記第2の色空間への最適な変換マトリクスパラメータを求め、それら求められた変換マトリクスパラメータを用いて、前記第1の色空間と前記第2の色空間との格子点の対応

付けを前記分割領域毎に行うことを特徴とする色変換対応テーブル構築方法。

【請求項7】 第1の色空間内における1つの格子点で表される表色情報を第2の色空間内における1つの格子点で表される表色情報に変換するために参照される色変換対応テーブルの構築方法であって、前記第1の色空間を、互いに隣接する分割領域の境界近傍に重複領域ができるように複数の領域に分割し、それら分割領域毎に前記第1の色空間から前記第2の色空間への最適な変換マトリクスパラメータを求め、それら求められた変換マトリクスパラメータを用いて、前記第1の色空間と前記第2の色空間との格子点の対応付けを前記分割領域毎に行い、

前記重複領域内の各変換元格子点に対する変換先格子点の補正を行い、前記第1の色空間と前記第2の色空間との前記分割領域毎に対応付けを行った各色変換対応テーブルを連結する工程を具備することを特徴とする色変換対応テーブル構築方法。

【請求項8】 第1の色空間内における1つの格子点で表される表色情報を第2の色空間内における1つの格子点で表される表色情報に変換するために参照される色変換対応テーブルを構築し、その構築した色変換対応テーブルを参照して前記第1の色空間の表色情報を前記第2の色空間の表色情報に変換する色変換装置であって、前記第1の色空間を、その色空間を構成する各成分についてその成分値を1つ以上の任意指定の基準値で切り分けることにより、複数の領域に分割する色空間分割手段と、

前記色空間分割手段による前記第1の色空間の各分割領域について前記第1の色空間から前記第2の色空間への変換マトリクスパラメータを求めるパラメータ算出手段と、

前記パラメータ算出手段によって求められた変換マトリクスパラメータを用いて、前記分割領域毎に色変換対応テーブルを構築するLUT構築手段と、を具備し、前記LUT構築手段で構築された色変換対応テーブルを参照して前記第1の色空間の表色情報を前記第2の色空間の表色情報に変換することを特徴とする色変換装置。

【請求項9】 第1の色空間内における1つの格子点で表される表色情報を第2の色空間内における1つの格子点で表される表色情報に変換するために参照される色変換対応テーブルを構築し、その構築した色変換対応テーブルを参照して前記第1の色空間の表色情報を前記第2の色空間の表色情報に変換する色変換装置であって、前記第1の色空間を、色の3属性である明度・彩度・色相の何れかの尺度値を1つ以上の任意指定の基準値で切り分けることにより複数の領域に分割する第1の色空間分割手段と、

各分割領域を、明度・彩度・色相の何れかの尺度値の範囲を1つ以上の任意指定の基準値で切り分けることによ

りそれぞれ独立に複数の領域に分割する第2の色空間分割手段と、

前記第1及び第2の色空間分割手段によって構成された各分割領域について、前記第1の色空間から前記第2の色空間への最適な変換マトリクスパラメータを求めるパラメータ算出手段と、

それら求められた変換マトリクスパラメータを用いて、前記分割領域毎に色変換対応テーブルを構築するLUT構築手段と、を具備し、前記LUT構築手段で構築された色変換対応テーブルを参照して前記第1の色空間の表色情報を前記第2の色空間の表色情報に変換することを特徴とする色変換装置。

【請求項10】 第1の色空間内における1つの格子点で表される表色情報を第2の色空間内における1つの格子点で表される表色情報に変換するために参照される色変換対応テーブルを構築し、その構築した色変換対応テーブルを参照して前記第1の色空間の表色情報を前記第2の色空間の表色情報に変換する色変換装置であって、前記第1の色空間を、互いに隣接する分割領域間に重複領域ができるように複数の領域に分割する1つ以上の色空間分割手段と、

前記分割領域毎に前記第1の色空間から前記第2の色空間への最適な変換マトリクスパラメータを求めるパラメータ算出手段と、

それら求められた変換マトリクスパラメータを用いて、前記分割領域毎に色変換対応テーブルを構築するLUT構築手段と、

前記分割領域毎に構築された色変換テーブルを、前記重複領域内の変換元格子点に対する変換先格子点の補正を行って連結するLUT連結手段と、を具備し、前記LUT構築手段と前記LUT連結手段とによって構築された色変換テーブルを参照して前記第1の色空間の表色情報を前記第2の色空間の表色情報に変換することを特徴とする色変換装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば、入力カラー画像の複製画像を形成して出力する際に用いる色変換対応テーブルの構築方法およびそれを用いた色変換装置に関する。

【0002】

【従来の技術】カラー画像処理システムにおいては、画像入力装置から入力される色データおよび画像出力装置へ出力される色データは、各入出力装置の特性に大きく影響を受ける。そのような入出力装置間の特性の違いを打ち消すために、異なる色空間の間での写像を用いることにより、入力色データから出力色データへの色変換がなされる。

【0003】いま、変換元色空間をRGB表色系、変換先色空間をCMY表色系として、スキャナからの入力カ

ラー画素値R_i、G_i、B_iをプリンタへの出力カラー画素値C_o、M_o、Y_oに変換する場合を考えると、その実現方法として次式(1)あるいは次式(2)などの

$$\begin{bmatrix} C_o \\ M_o \\ Y_o \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{00} & a_{01} & a_{02} \\ a_{10} & a_{11} & a_{12} \\ a_{20} & a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_i \\ G_i \\ B_i \end{bmatrix} \quad \dots (1)$$

$$\begin{bmatrix} C_o \\ M_o \\ Y_o \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{00} & a_{01} & a_{02} & a_{03} & a_{04} & a_{05} & a_{06} & a_{07} & a_{08} & a_{09} \\ a_{10} & a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} & a_{15} & a_{16} & a_{17} & a_{18} & a_{19} \\ a_{20} & a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} & a_{25} & a_{26} & a_{27} & a_{28} & a_{29} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_i \\ G_i \\ B_i \\ R_i^2 \\ G_i^2 \\ B_i^2 \\ R_i G_i \\ G_i B_i \\ B_i R_i \\ 1 \end{bmatrix} \quad \dots (2)$$

ようなマトリクス演算による色変換方法がある。

【0004】
【数1】

【0005】一方、色変換処理部への入力カラー画素値R_i、G_i、B_iに対して前記式(1)あるいは前記式(2)などのようなマトリクス演算を適用するのではなく、その演算によって予め構築しておいた図12に示すような色変換対応テーブル(LUT)を参照することにより色変換処理部への入力画素値R_i、G_i、B_iから出力画素値C_o、M_o、Y_oを求める方法もある。

【0006】そのような方法に用いられるLUTは、変換元色空間における数次元の座標値(格子点)と変換先色空間における数次元の座標値(格子点)との対応の集まりで構成され、色変換処理部に入力されたカラー画素値R_i、G_i、B_iがLUTの変換元画素値の点として存在すれば、LUTの参照のみによって即座に変換結果の出力画素値C_o、M_o、Y_oが得られる。また、色変換処理部に入力されたカラー画素値R_i、G_i、B_iがLUTの変換元画素値の点として存在しない場合には、LUTに存在する画素値の点を用いた補間(内挿または外挿)を行うことによって入力画素値から出力画素値への変換を行う。

【0007】しかしながら、色空間全域に対する一様なマトリクス演算では、色空間変換における非線形な特性を充分に反映することは困難である。

【0008】そのため、予め複数の変換マトリクスを用意しておき、色変換処理部への入力画素値R_i、G_i、B_iに応じて1つの変換マトリクスを選択してマトリクス演算を行う方法もある。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】従来、LUT参照による色変換においては、前記第1の色空間から前記第2の色空間への色変換対応LUTを1種類の変換マトリクスパラメータのみで構築しようとすると、変換元色空間と

変換先色空間との対応関係の非線形性により、出力画素値が本来の画素値に対して大きな誤差を持つてしまう可能性があるという問題があり、特に入力画素値と出力画素値とで色相が変わってしまう場合などは深刻な問題となる。

【0010】また、前記のような、予め用意された複数の変換マトリクスから1つを選択してマトリクス演算を行う方法では、色変換処理部への1つ1つの入力画素値R_i、G_i、B_iに対して変換マトリクス決定処理やマトリクス演算を行うため、演算量が膨大となってしまう。また、色変換処理部への入力画素毎の変換マトリクスパラメータの不連続性によって出力カラー画像における色再現性が悪くなる可能性があり、その補正演算をしようとすればさらに演算量が増大してしまう。

【0011】そこで、本発明は、色変換処理における演算量を少なくでき、しかも変換元色空間と変換先色空間との対応における非線形特性をより忠実に反映できるような色変換LUTの構築方法、およびそれを用いた色変換装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため本発明は、第1の色空間内における1つの格子点で表される表色情報を第2の色空間内における1つの格子点で表される表色情報に変換するために参照される色変換対応テーブルの構築方法であって、前記第1の色空間を、その色空間を構成する各成分毎に、その成分値を1つ以上の任意指定の基準値で切り分けることによって、複数の領域に分割し、それら分割領域毎にそれぞれ前記第1の色空間から前記第2の色空間への最適な変換マトリクスパラメータを求め、その求められた変換マトリクスパラメータを用いて、前記個々の領域毎に前記第1の

色空間と前記第2の色空間との格子点の対応付けを行う工程を具備する。入力色空間は複数領域に分割され、分割された各領域について異なる変換パラメータが設定される。

【0013】また本発明は、第1の色空間内における1つの格子点で表される表色情報を第2の色空間内における1つの格子点で表される表色情報に変換するために参照される色変換対応テーブルの構築方法であって、前記第1の色空間を、色の3属性である明度・彩度・色相の何れかの尺度値の範囲を1つ以上の任意指定の基準値で切り分けることにより複数の領域に分割し、各分割領域を、明度・彩度・色相の中で前記尺度値とは異なる何れかの尺度値の範囲を1つ以上の任意指定の基準値で切り分けることにより、それぞれ独立に複数の領域に分割し、各分割領域を、明度・彩度・色相の中で前記2つの尺度値とは異なる尺度値の範囲を1つ以上の任意指定の基準値で切り分けることにより、それぞれ独立に複数の領域に分割し、上記段階的な分割により構成された各分割領域について前記第1の色空間から前記第2の色空間への最適な変換マトリクスパラメータを求める、求められた変換マトリクスパラメータを用いて、前記第1の色空間と前記第2の色空間との格子点の対応付けを前記分割領域毎に行う工程を具備する。

【0014】また本発明は、第1の色空間内における1つの格子点で表される表色情報を第2の色空間内における1つの格子点で表される表色情報に変換するために参照される色変換対応テーブルの構築方法であって、前記第1の色空間を、色の3属性である明度・彩度・色相の何れかの尺度値の範囲を1つ以上の任意指定の基準値で切り分けることにより複数の領域に分割し、各分割領域を、明度・彩度・色相の中で前記尺度値とは異なる何れかの尺度値の範囲を1つ以上の任意指定の基準値で切り分けることにより、それぞれ独立に複数の領域に分割し、各分割領域を、明度・彩度・色相の中で前記2つの尺度値とは異なる尺度値の範囲を1つ以上の任意指定の基準値で切り分けることにより、それぞれ独立に複数の領域に分割し、上記段階的な分割により構成された各分割領域について前記第1の色空間から前記第2の色空間への最適な変換マトリクスパラメータを求める、求められた変換マトリクスパラメータを用いて、前記第1の色空間と前記第2の色空間との格子点の対応付けを前記分割領域毎に行う工程を具備する。

【0015】色空間の分割領域を境界付近で重複させることで、各領域の再現色調につながりを持たせている。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。本実施形態では、色変換における入力色空間（変換元色空間）としてRGB色空間を、出力色空間（変換先色空間）としてCMY色空間を扱うと想定する。ただし、本発明は、その用途に応じて

変換元色空間および変換先色空間にどのような表色系を用いても良い。なお、以下の説明において、「点」、「座標」、「空間」など、位置に関連した用語は、特に断らない場合は入力色空間に関するものである。また、本発明の実施において、入力色空間ならびに出力色空間の表色情報として、座標値などの位置情報以外の表記方法を用いる場合でも、本発明の適用範囲内である。

【0017】図1は、本実施形態に関する色変換装置、およびそれを具備した画像形成装置の全体の構成を概略的に示したものであり、大きく分けると、画像処理部1およびそれに具備される色変換対応テーブル（以下、LUTと呼ぶ）構築のための各種処理部から構成される。

【0018】画像処理部1は、カラー画像読取部1a、色変換部1b、LUT1c、およびカラー画像記録部1dから構成される。カラー画像読取部1aは、例えば、原稿となるカラー画像の物体光を、CCDスキャナなどによって、重複しない微小領域（以下、画素と呼ぶ）毎に、光の3原色であるレッド（R）、グリーン（G）、ブルー（B）それぞれに応じた電気信号に変換し、画素毎にそれぞれ第1の色データとしてR、G、Bのデジタルデータを出力するものである。

【0019】色変換部1bは、カラー画像読取部1aから出力された第1の色データであるR、G、Bのデジタルデータを入力とし、画素毎に、印刷に用いるインクの3原色であるシアン（C）、マゼンタ（M）、イエロー（Y）、ならびに必要に応じて補助的に用いられるブラック（K）の色材（記録材）の量に相当するデジタルデータである第2の色データC、M、Y、Kに変換して出力するものである。

【0020】LUT1cは、RGB色データに対応するCMY色データが格納された色変換対応テーブルである。色変換部1bは、入力されたRGB色データに応じて、色変換に用いるのに適する参照点データ（CMY色データ）が格納されているLUT内アドレスを求め、そのアドレスに従ってLUT1cから複数の参照点データを読み出し、ある規則に従ってそれらの参照点データを補間することで、変換された色データを出力する。

【0021】カラー画像記録部1dは、色変換部1bから出力された第2の色データCMYKに応じて、C、M、Y、Kの各色材をそれぞれ適量分だけ用紙に付着させることで画像を形成し、出力するものである。

【0022】LUT1cは、画像処理部1における実際の画像処理に先立って構築されている必要があり、その構築のための処理部は、色変換データベース2、色空間分割データベース3、第1の色空間分割手段4、第2の色空間分割手段5、第3の色空間分割手段6、パラメータ算出手段7、領域判定手段8、LUT構築手段9、およびLUT連結手段10から構成されている。

【0023】色変換データベース2は、LUT1cを構築するための、予め定められた数値を持つ変換後の色デ

ータ（画素値）と、それに対応する入力色データ（画素値）との変換データ対を所定数格納するものであり、さらに、後段の、第1の色空間分割手段4および第2の色空間分割手段5および第3の色空間分割手段6において、各変換元画素値が属することになる分割領域の領域番号をそれぞれ追記（付加）できるようになっている。

【0024】色空間分割データベース3は、入力色空間の分割方法を幾つかのパターンから選択し、後段の、第1の色空間分割手段4および第2の色空間分割手段5および第3の色空間分割手段6に、色空間分割に必要な情報を提供するものであり、分割パターンの選定は人の操作によっても行えるようになっている。

【0025】第1の色空間分割手段4は、入力色空間を、色の3属性である明度・彩度・色相の何れかの値の範囲を切り分けることで複数の領域に分割するものであり、さらに、その各分割領域の境界近傍に、隣接する分割領域との重複領域が設定される。

【0026】彩度の算出方法としては、次式（3）のようにクロマCを求める方法がある。

【0027】

【数2】

$$C = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2} \quad \cdots (3)$$

【0028】R、G、BからL*、a*、b*への変換方法を以下に示す。

【0029】まず、次式により、入力画素値R_i、G_i、B_iをXYZ表色系の3刺激値X、Y、Zに変換する。

【0030】

【数3】

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.7689 & 1.7517 & 1.1302 \\ 1.0000 & 4.5907 & 0.0601 \\ 0.0000 & 0.0505 & 5.5943 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_i \\ G_i \\ B_i \end{bmatrix}$$

そして、以下のようにL*, a*, b*の値を求める

$$\begin{aligned} L^* &= 113 \cdot f(Y/Y_n) - 16 \\ a^* &= 500 \cdot [f(X/X_n) - f(Y/Y_n)] \\ b^* &= 200 \cdot [f(Y/Y_n) - f(Z/Z_n)] \end{aligned}$$

ただし、

$$f(x) = \begin{cases} x^{\frac{1}{2}} (x > 0.008856) \\ 7.787x + \frac{16}{113} (x \leq 0.008856) \end{cases}$$

【0031】であり、また、X_n、Y_n、Z_nは反射率が100%の場合（この場合では白紙）の画素値に対応する3刺激値である。

【0032】また彩度の算出方法としては他に、R、G、Bの3つの値から最大値と最小値との差を求める方法などがある。

【0033】次に、明度の算出方法としては、R、G、Bの3つの値の最大値を取る方法や、これら3つの値の

線形和を求める方法などがある。

【0034】更に、色相の算出方法としては、次式（4）によりヒューHを求める方法などがある。

【0035】

【数4】

$$H = \frac{\pi}{3} \left(\frac{p}{\max(R, G, B) - \min(R, G, B)} + q \right) \quad \cdots (4)$$

【0036】ただし、max（R、G、B）は3つの表色値の最大値であり、min（R、G、B）は3つの表色値の最小値であり、また、nを任意の実数とすると、max（R、G、B）=Rのときはp=G-B、q=nであり、max（R、G、B）=Gのときはp=B-R、q=n+2であり、max（R、G、B）=Bのときはp=R-G、q=n+4である。

【0037】第2の色空間分割手段5は、第1の色空間分割手段4で分割された入力色空間の各分割領域を、さらに色の3属性である明度・彩度・色相の何れかの値の範囲を切り分けることで、それぞれ独立に複数の領域に分割するものであり、さらに、その各分割領域の境界近傍に、隣接する分割領域との重複領域を設定する。

【0038】第3の色空間分割手段6は、第1の色空間分割手段4で分割され、さらに第2の色空間分割手段5で分割された入力色空間の各分割領域を、さらに、色の3属性である明度・彩度・色相の何れかの値の範囲を切り分けることでそれぞれ独立の領域に分割するものであり、さらに、その各分割領域の境界近傍に、隣接する分割領域との重複領域を設定する。

【0039】前記第1の色空間分割手段4、前記第2の色空間分割手段5、および前記第3の色空間分割手段6の組み合わせによる入力色空間の分割方法の一例として、まず、明度に基づいて高明度（ハイライト）領域と低明度（ダーク）領域とを中間明度領域から切り離し（第1の色空間分割）、その中間明度領域を、さらに彩度に基づいて有彩色領域と無彩色領域とに分割し（第2の色空間分割）、その有彩色領域を、さらに色相に基づいて複数の領域に分割する（第3の色空間分割）といった方法がある。

【0040】パラメータ算出手段7は、前記色変換データベース2から分割領域毎に変換データ対を抽出し、最小二乗法を適用することによって、統計的に最も妥当となるような前記式（1）あるいは前記式（2）などの変換マトリクスパラメータを算出するものである。

【0041】領域判定手段8は、前記色空間分割データベース3を参照することにより、入力色空間に設定された注目格子点がどの分割領域に属するかを判定し、後段のLUT構築手段9に、注目格子点画素値とその画素値が属する全ての分割領域についての変換マトリクスパラメータとを供給し、さらに、後段のLUT連結手段10に前記注目格子点画素値が属する全ての分割領域についての重み係数を供給するものである。

【0042】LUT構築手段9は、前記領域判定手段8から供給された注目格子点画素値を、同じく前記領域判定手段8から供給された分割領域毎の変換マトリクスパラメータを用いて変換し、前記注目格子点画素値とその1つあるいは2つ以上の変換先画素値を後段のLUT連結手段10に供給するものである。

【0043】LUT連結手段10は、前記領域判定手段8から供給された注目格子点画素値について、前記LUT構築手段9から供給された変換先画素値が1つの場合には、その画素値をそのまま注目格子点画素値の変換先画素値として、また、前記LUT構築手段9から供給された変換先画素値が複数の場合には、前記領域判定手段8から供給された分割領域毎の重み係数を用いて全ての変換先画素値の加重平均値を算出し、その加重平均値を注目格子点画素値の変換先画素値として、それぞれ画像処理部に供給し前記LUT1cに登録するものである。

【0044】ここで、前記LUT構築手段9からN個の変換先画素値t1、t2、…、tNと、それに対して前記領域判定手段8からN個の重み係数w1、w2、…、wNとが、それぞれ供給されたとすると、それらN個の変換先画素値の加重平均値Tは次式(5)によって算出される。

【0045】

【数5】

$$T = \frac{w_1 t_1 + w_2 t_2 + \dots + w_N t_N}{w_1 + w_2 + \dots + w_N} \quad \dots (5)$$

【0046】また、前記分割領域毎に構築されたLUTを連結する方法としては、前記の方法以外に、変換マトリクスパラメータを求めるときのみ各分割領域に隣接領域との重複領域を付加しておく方法、あるいは、隣接領域との重複領域を持つ各分割領域について変換マトリクスパラメータを求め、前記重複領域に関しては、当該の複数の変換マトリクスパラメータから前記色変換データベース2に登録されている変換先画素値を最も精度良く近似できるものを選択する方法、などが挙げられる。

【0047】図2は、色変換データベース2のフォーマットならびに登録される変換データ対の一例を示したものである。変換元画素値及び変換先画素値は、予め用意した複数のCMYデータ(Co、Mo、Yo)に基づいて、図3のようなカラーパッチをプリンタで印刷し、印刷されたカラーパッチをスキャナで読み込み、各CMYデータによる色に対応するRi、Gi、Biデータを求め、色変換データベースに記録したものである。1対の変換元画素値及び変換先画素値を変換データ対と呼び、色空間の実使用範囲にわたり所定数(例えば図3のようなカラーパッチの色数分)のこれら変換データ対が上記したように予め色変換データベースに記録される。複数存在する領域番号の欄は、隨時書き換える可能であり、1つの変換元画素値が属することができる最大領域数分用意される。

【0048】図4は、色空間分割データベース3における色空間分割パターンの一例を示したものである。領域番号は第1の色空間分割手段4、第2の色空間分割手段5、および第3の色空間分割手段6で独立に付けられ、最終的に決定した分割領域を、それら3つの領域番号の組み合わせ(例えば2-2-1など)によって識別する。また、色空間分割データベースには、図4の例のような色空間分割パターンを予め数種類登録しておき、第三者の操作によって選択指定できるようになっている。

【0049】次に、図5に示すフローチャートを参照して第1の色空間分割手段4の動作を説明する。まず、図4の色空間分割データベース3の「第1の尺度」の項目から第1の色空間分割の尺度を調査する(ステップS1)。次に、色変換データベース2内で順番付けられた変換データ対(変換元画素値及び変換先画素値の対)の中から1組の変換データ対を読み出し(ステップS2)、その読み出された変換データ対の変換元画素値から第1の尺度値(ここでは明度)を求め(ステップS3)、その第1の尺度値から前記変換元画素値が属する分割領域を「第1の範囲」に基づいて調べ(ステップS4)、その分割領域に対応する「第1の領域番号」を、読み出された変換データ対の付加情報として図2の色変換データベース2に追記する(ステップS5、ステップS6)。

【0050】例えば変換元画素値Ri、Gi、Biから算出された明度が10であれば、第1の領域番号は1と判定され、変換元画素値Ri、Gi、Biに対応する図2の領域番号(1)の「第1」の欄に1が記録される。また、算出された明度が25であった場合、この値は2つの範囲に属するので第1の領域番号として1および2が決定される。そして図2の領域番号(1)の第1の欄に1、領域番号(2)の第1の欄に2が記録される。

【0051】図2の色変換データベース2内に次の変換データ対がある場合には、次の変換データ対に対してステップS2～ステップS6を再度行い(ステップS7、ステップS8)、次の変換データ対がない場合には第1の色空間分割が終了したことを知らせる合図(第1の色空間分割終了信号)を後段の第2の色空間分割手段5に送る(ステップS9)。

【0052】次に、図6に示すフローチャートを参照して第2の色空間分割手段5の動作を説明する。まず、前段の第1の色空間分割手段4から第1の色空間分割終了信号を受け(ステップS21)、図2の色変換データベース2内で順番付けられた変換データ対の中から1組の変換データ対とそれに付加された第1の領域番号を読み出す(ステップS22)。次に、図4の色空間分割データベース3の「第2の尺度」の項目から第1の領域番号に対応する第2の色空間分割の尺度を調査し(ステップS23)、読み出された変換データ対の変換元画素値から第2の尺度値を求め(ステップS24)、その第2の

尺度値から前記変換元画素値が属する分割領域を第2の範囲に基づいて調べ(ステップS25)、その分割領域に対応する第2の領域番号を、読み出された変換データ対および第1の領域番号の付加情報として色変換データベースに追記する(ステップS26、ステップS27)。

【0053】例えば、変換データ対に付加された第1の領域番号が1の場合、図4に示すように第2の尺度は彩度であって、第2の範囲は「0~∞」であるから第2の領域番号は1に決定される。そして変換元画素値に対応する図2の色変換データベース2の領域番号(1)の第2の欄に1が記録される。

【0054】また、変換データ対に付加された第1の領域番号が2の場合、図4のように第2の尺度はここでも彩度であるから、変換元画素値R_i、G_i、B_iから彩度を算出する。算出された彩度が例えば10であった場合、第2の領域番号は1に決定され、図2の領域番号(1)の第2の欄に1が記録される。また、算出された彩度が例えば25であった場合、第2の領域番号は1及び2に決定され、図2の領域番号(1)の第2の欄に1が記録され、領域番号(2)の欄に2が記録される。

【0055】図2の色変換データベース2内に次の変換データ対がある場合には、次の変換データ対に対してステップS22～ステップS27を再度行い(ステップS28、ステップS29)、次の変換データ対がない場合には第2の色空間分割が終了したことを知らせる合図(第2の色空間分割終了信号)を後段の第3の色空間分割手段6に送る(ステップS30)。

【0056】次に、図7に示すフローチャートを参照して第3の色空間分割手段6の動作を説明する。まず、前段の第2の色空間分割手段5から第2の色空間分割終了信号を受け(ステップS41)、図2の色変換データベース2内で順番付けられた変換データ対の中から1組の変換データ対とそれに付加された第1および第2の領域番号を読み出す(ステップS42)。次に、図4の色空間分割データベース3の「第3の尺度」の項目から第1および第2の領域番号に対応する「第3の色空間分割の尺度」を調査し(ステップS43)、読み出された変換データ対の変換元画素値から第3の尺度値を求め(ステップS44)、その第3の尺度値から前記変換元画素値が属する分割領域を第3の範囲に基づいて調べ(ステップS45)、その分割領域に対応する第3の領域番号を、読み出された変換データ対、第1の領域番号、および第2の領域番号の付加情報として色変換データベースに追記する(ステップS46、ステップS47)。

【0057】例えば、図4のように変換データ対の第1の領域番号が1で、第2の領域番号が1の場合、第3の尺度は色相であって、第3の範囲は0~2πであるから、第3の領域番号は1に決定される。そして変換データ対に対応する図2の領域番号(1)の第3の欄に1が記録される。

【0058】また、第1の領域番号が2で、第2の領域番号が2の場合、第3の尺度はここでも色相であるから、変換元画素値から色相を算出する。算出された色相がπ/6であった場合、第3の領域番号は1に決定され、変換データ対に対応する図2の領域番号(1)の第3の領域番号には1が記録される。また同様に、第1の領域番号が2で、第2の領域番号が2の場合で、算出された色相が4π/6であった場合、第3の領域番号は1及び2に決定され、変換データ対に対応する図2の領域番号(1)の第3の領域番号には1が記録され、領域番号(2)の第3の領域番号には2が記録される。

【0059】図2の色変換データベース2内に次の変換データ対がある場合には、次の変換データ対に対してステップS42～ステップS47を再度行い(ステップS48、ステップS49)、次の変換データ対がない場合には第3の色空間分割が終了したことを知らせる合図(第3の色空間分割終了信号)を後段のパラメータ算出手段7に送る(ステップS50)。

【0060】次に、図8に示すフローチャートを参照してパラメータ算出手段7の動作を説明する。まず、前段の第3の色空間分割手段6から第3の色空間分割終了信号を受け(ステップS61)、色変換データベース2から同一の領域番号(例えば第1、第2、および第3の領域番号が全て1)が付加されている変換データ対を全て読み込み(ステップS62)、その分割領域についての変換マトリクスパラメータを最小二乗法を用いて算出し(ステップS63)、その変換マトリクスパラメータを図4の色空間分割データベース3に当該領域番号の付加情報として追記する(ステップS64)。色空間分割データベース3内に変換マトリクスパラメータがまだ付加されていない領域番号があれば、その領域番号の分割領域についてステップS62～ステップS64を再度行い(ステップS65、ステップS66)、なければ後段の領域判定手段8にパラメータ算出が終了したことを知らせる合図(パラメータ算出終了信号)を後段の領域判定手段8に送る(ステップS67)。最小二乗法による変換マトリクスパラメータ算出方法を次に示しておく。

【0061】

【数6】

次のマトリクス演算で考える

$$\begin{bmatrix} C_0 \\ M_0 \\ Y_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{00} & a_{01} & a_{02} \\ a_{10} & a_{11} & a_{12} \\ a_{20} & a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_i \\ G_i \\ B_i \end{bmatrix} = A \cdot \begin{bmatrix} R_i \\ G_i \\ B_i \end{bmatrix}$$

いま、次のような3組の変換データ対があるとする

$$\begin{bmatrix} C_{01} \\ M_{01} \\ Y_{01} \end{bmatrix} \cdots \begin{bmatrix} R_{i1} \\ G_{i1} \\ B_{i1} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} C_{02} \\ M_{02} \\ Y_{02} \end{bmatrix} \cdots \begin{bmatrix} R_{i2} \\ G_{i2} \\ B_{i2} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} C_{03} \\ M_{03} \\ Y_{03} \end{bmatrix} \cdots \begin{bmatrix} R_{i3} \\ G_{i3} \\ B_{i3} \end{bmatrix}$$

このとき、次式が成り立つ

$$\begin{bmatrix} C_{01} & C_{02} & C_{03} \\ M_{01} & M_{02} & M_{03} \\ Y_{01} & Y_{02} & Y_{03} \end{bmatrix} = A \cdot \begin{bmatrix} R_{i1} & R_{i2} & R_{i3} \\ G_{i1} & G_{i2} & G_{i3} \\ B_{i1} & B_{i2} & B_{i3} \end{bmatrix}$$

上式を $Y = A \cdot X$ とおくと

$$\therefore Y \cdot X^T = A \cdot X \cdot X^T$$

$$\therefore A = Y \cdot X^T \cdot (X \cdot X^T)^{-1}$$

この式によって変換マトリクスAの各要素 a_{mn} が C_{0x} , M_{0x} , Y_{0x} , R_{ix} , G_{ix} , B_{ix} によって表される

【0062】次に、図9に示すフローチャートを参照して領域判定手段8の動作を説明する。まず、前段のパラメータ算出手段7からパラメータ算出終了信号を受け（ステップS81）、入力色空間に設定された等間隔格子の第1の格子点に注目してそのRGB画素値を読み込む（ステップS82）。その読み込まれた注目格子点画素値の第1～第3の尺度、すなわち明度、彩度、色相から、第1の色空間分割、第2の色空間分割、および第3の色空間分割と同様な手順によってその画素値が属する全ての分割領域の領域番号（第1、第2、および第3）を判定し（ステップS83）、それに対応する変換マトリクスパラメータと重み係数とを図4の色空間分割データベース3から読み出し（ステップS84）、注目格子点画素値および全ての変換マトリクスパラメータを後段のLUT構築手段9に供給し（ステップS85）、また、全ての重み係数を後段のLUT連結手段10に供給する（ステップS86）。ステップS83～ステップS86を全ての格子点について繰り返し（ステップS87、ステップS88）行った後、注目格子点画素値の読み込みが終了した合図（格子点データ終了信号）を後段のLUT構築手段9に送る。

【0063】次に、図10に示すフローチャートを参照してLUT構築手段9の動作を説明する。まず、領域判定手段8から供給された注目格子点画素値およびそれが属する全ての分割領域の変換マトリクスパラメータから、マトリクス演算によって注目格子点画素値の変換先画素値を求め（ステップS101、ステップS102）、注目格子点画素値とその変換先画素値とを後段の

LUT連結手段10に供給する（ステップS103）。ステップS101～ステップS103を全ての格子点について繰り返し（ステップS104）行った後、マトリクス演算によるLUT構築が終了した合図（LUT構築終了信号）を後段のLUT連結手段10に送る。

【0064】次に、図11に示すフローチャートを参照してLUT連結手段10の動作を説明する。まず、前段のLUT構築手段9から供給された注目格子点画素値について、同じくLUT構築手段9から供給された変換先画素値が複数ある場合には（ステップS121）、領域判定手段8から供給された重み係数によって加重平均値を算出し（ステップS122）、その加重平均値を注目格子点画素値に対する変換先画素値として画像処理部1に供給しLUT1cに登録する（ステップS123）。また、LUT構築手段9から供給された変換先画素値が1つの場合には（ステップS121）、その値を注目格子点画素値に対する変換先画素値として画像処理部1に供給しLUT1cに登録する（ステップS124）。ステップS121～ステップS124を、LUT構築手段9からLUT構築終了信号を受けるまで繰り返し行う（ステップS125～ステップS126）。

【0065】

【発明の効果】請求項1、請求項5、請求項6、請求項8の色変換方法又は色変換装置によれば、入力カラー画像の色空間（第1の色空間）を複数領域に分割し、それら分割領域毎に出力カラー画像の色空間（第2の色空間）への変換マトリクスパラメータを求めるることにより、前記第1の色空間と前記第2の色空間との色変換に

おける領域毎の特性の違いにより変換誤差が大きくなるのを抑制できる。

【0066】さらに、請求項2、請求項3、請求項4、請求項9の色変換方法又は色変換装置によれば、前記第1の色空間を3段階に分けて分割することにより、前記第2の色空間への変換誤差をより小さくすることができる。

【0067】また、請求項7、請求項10の色変換方法又は色変換装置によれば、前記第1の色空間を複数領域に分割してそれぞれ独立に色変換マトリクスパラメータを求めて色変換対応LUTを構築する際に、前記第1の色空間において、互いに隣接する前記分割領域の境界近傍に重複領域を設けることにより、前記各分割領域の境界において、前記第1の色空間から前記第2の色空間への色変換対応についての隣接領域との不連続性を抑制することができ、また、前記重複領域に属する入力画素値からの変換先画素値を補正することにより、前記各分割領域の境界における隣接領域との、前記第1の色空間と前記第2の色空間との色変換対応の不連続性をさらに抑制することができる。

【0068】以上のように、本発明により、変換誤差の小さい色変換対応テーブル（LUT1）を構築できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態にかかる色変換装置を使用した画像形成装置の全体の構成を概略的に示した図。

【図2】色変換データベース2のフォーマットおよび登録される変換データ対の一例を示した図。

【図3】本発明が適用される装置のプリンタで印刷されたカラーパッチを示した図。

【図4】色空間分割データベース3に登録される色空間分割パターンの一例を示した図。

【図5】第1の色空間分割手段4の、変換元色空間の分割手段を説明するためのフローチャート。

【図6】第2の色空間分割手段5の、第1の色空間分割手段で分割された変換元色空間の分割領域毎の再分割手順を説明するためのフローチャート。

【図7】第3の色空間分割手段6の、第2の色空間分割手段で分割された変換元色空間の分割領域毎の再分割手順を説明するためのフローチャート。

【図8】パラメータ算出手段7の、変換元色空間の分割領域毎の変換マトリクスパラメータ算出手順を説明するためのフローチャート。

【図9】領域判定手段8の、変換元色空間に設定した均等間隔格子の格子点ごとの領域判定手順を説明するためのフローチャート。

【図10】LUT構築手段9の、変換元色空間の分割領域毎のLUT構築手段を説明するためのフローチャート。

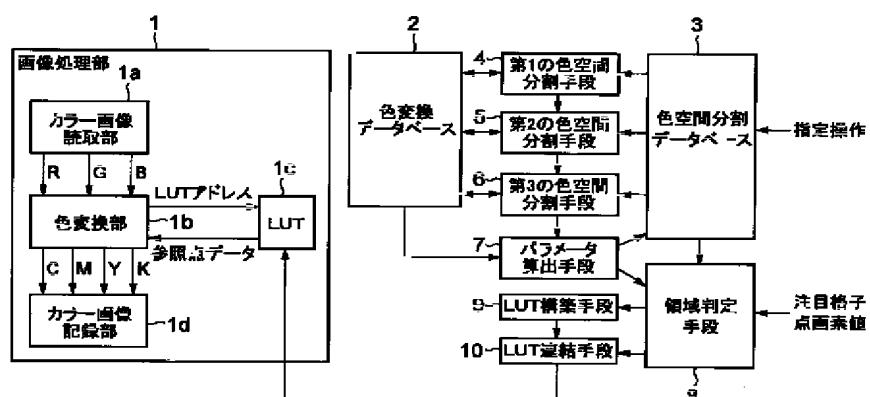
【図11】LUT連結手段10の、変換元色空間において分割領域毎に構築されたLUTの修正および連結の手順を説明するためのフローチャート。

【図12】入力RGB色空間と出力CMY色空間との色変換対応テーブル(LUT)の概念を示した図。

【符号の説明】

1…画像処理部、1 a…カラー画像読取部、1 b…色変換部、1 c…色変換対応テーブル（LUT）、1 d…カラー画像記録部、2…色変換データベース、3…色空間分割データベース、4…第1の色空間分割手段、5…第2の色空間分割手段、6…第3の色空間分割手段、7…パラメータ算出手段、8…領域判定手段、9…LUT構築手段、10…LUT連結手段。

[図1]

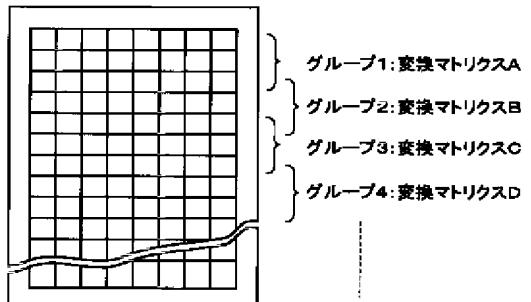


【図2】

(色変換データベース)

番号	変換元素値						変換先画素値			領域番号(1)			領域番号(2)			...
	RI	Gi	Bi	Co	Mo	Yo	第1	第2	第3	第1	第2	第3	第1	第2	第3	
1	0	0	0	255	255	255	1	1	1	-	-	-				
2																
...																

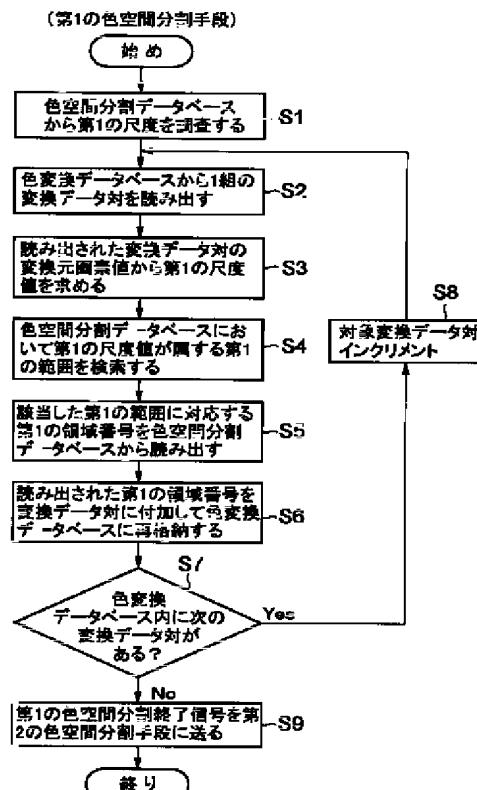
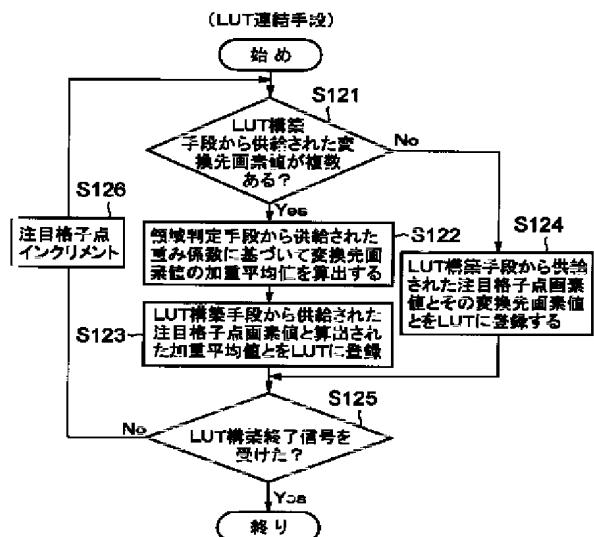
【図3】



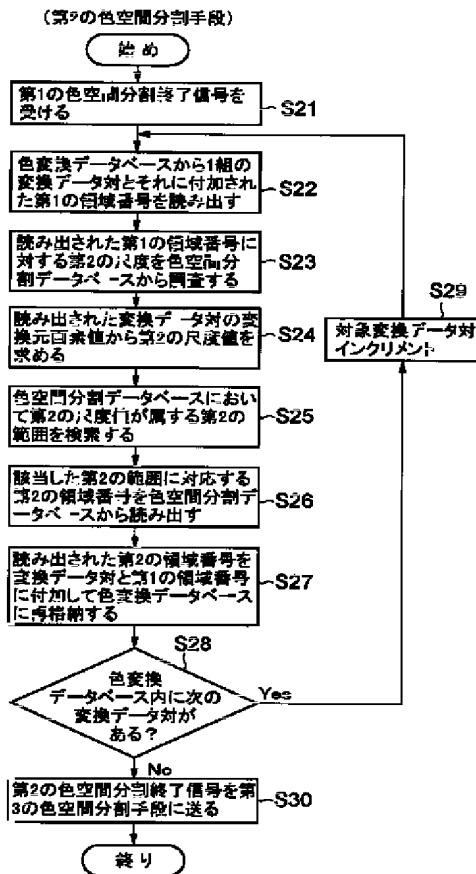
【図4】

(色空間分割データベース)						
第1の尺度		明度				
第1の色空間分割	第1の範囲	[0~30]	[20~235]			[225~255]
	第1の領域番号	1	2			3
	第2の尺度	彩度	彩度			彩度
第2の色空間分割	第2の範囲	[0~∞]	[0~30]	[20~∞]		[0~∞]
	第2の領域番号	1	1	2		1
	第3の尺度	色相	色相	色相		色相
第3の色空間分割	第3の範囲	[0~2π]	[0~2π]	[−π/6~5π/6]	[5π/6~3π/2]	[7π/6~13π/6]
	第3の領域番号	1	1	1	2	3
	重み係数	2	1	3	3	3
※「変換マトリクスパラメータ」の項目は追加領域						
変換マトリクスパラメータ						

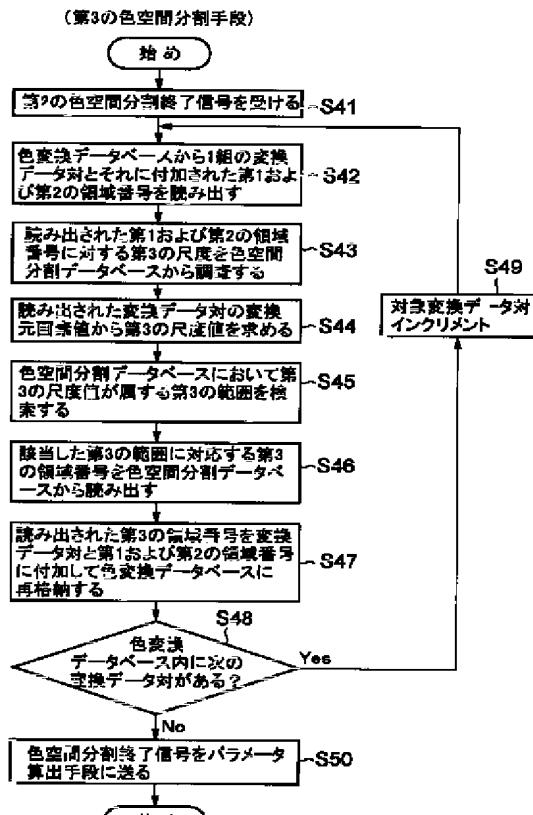
【図11】



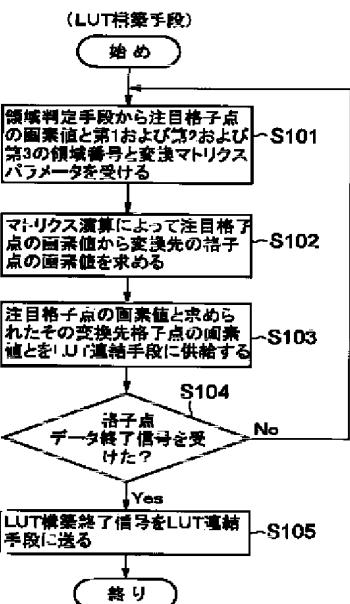
【図6】



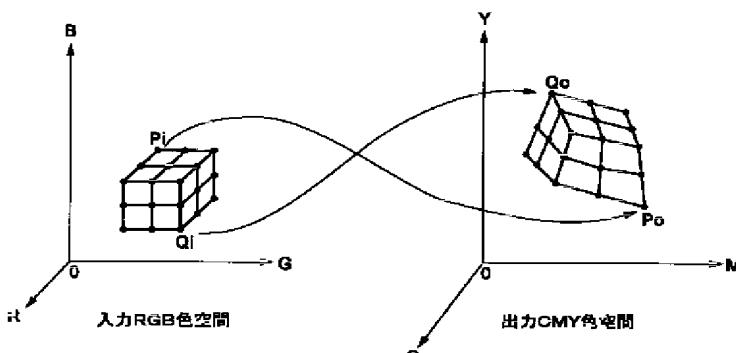
【図7】



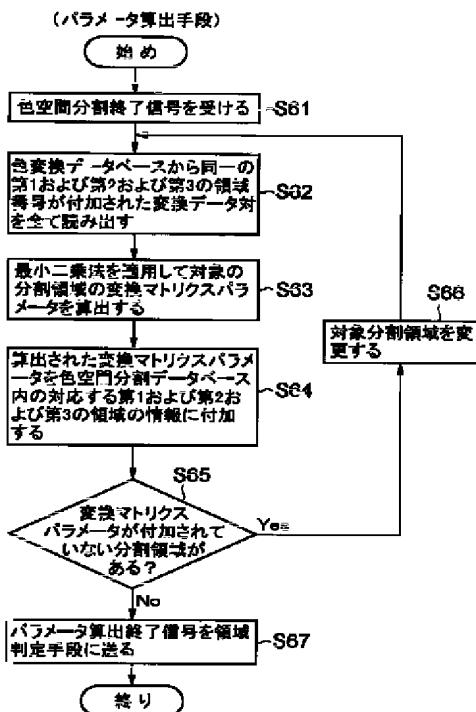
【図10】



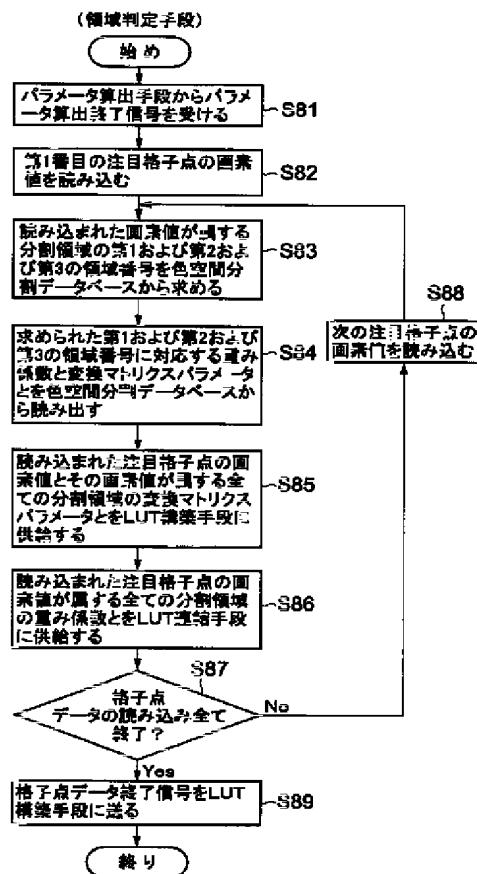
(色変換対応テーブル)



【図8】



【図9】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5B057 BA26 CA01 CA08 CA12 CA16
 CB01 CB08 CB12 CB16 CE18
 CH07 CH08
 5C077 LL19 MP08 PP31 PP35 PQ08
 PQ23
 5C079 HB06 HB11 LA31 LB02 MA04
 NA03